

هسته پژوهشی «علوم و فناوری تبدیل زیست توده»

دکتر محمدجلال ظهوریان مهر، دکتر مجید غیاث

(اعضای هیأت علمی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران)

m.zohuriaan@ippi.ac.ir

m.ghiass@ippi.ac.ir

چکیده: در نیمه دوم قرن گذشته، ورای منافع سرشار اقتصادی حاصل از برداشت و مصرف ذخایر مواد فسیلی (زغال سنگ، نفت و گاز)، زیان های گسترده و عمیق ناشی از آنها نیز آشکار شد: ایجاد آلودگی ها و عوارض گوناگون زیست محیطی و بیماری های ناشی از آن، و وابستگی عمیق اقتصاد و سبک زندگی بشر به این ذخایر؛ ذخایری که به سرعت رو به زوال اند و هرگز تجدید نمی شوند. لذا رویکرد به سوی منابع جایگزین تجدیدپذیر به جای تکیه صرف بر ذخایر فسیلی شکل گرفت و ادامه یافت.

اکنون معلوم شده است تنها منبعی که می تواند همسنگ واقعی منابع فسیلی و جایگزین تمام عیار برای آنها و حتی برتر از آنها باشد، زیست توده (bioresources; biomass) است، و چون قسمت عمده این منبع لایزال، پلیمر های طبیعی (لیگنوسلولوز ها و ...) هستند، این موضوع بیش از هر حوزه ای به حوزه شیمی و مواد پلیمری مربوط است. بنا بر این، همان طور که تبدیل نفت خام مهم بوده است، اکنون موضوع تبدیل زیست توده نیز حائز اهمیت مضاعف است. بر این اساس، در چارچوب اهداف این پژوهشگاه مبتنی بر سند جامع نقشه علمی کشور، هسته پژوهشی «علوم و فناوری تبدیل زیست توده» در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران تشکیل و مقرر شده است، در ابتدای فعالیت، بر پلتفرم های واقع بینانه و محدود، تنها در راستای تولید بیو مونومر ها و پلیمر های زیست پایه (Bio-based Monomers and Polymers) متمرکز باشد.

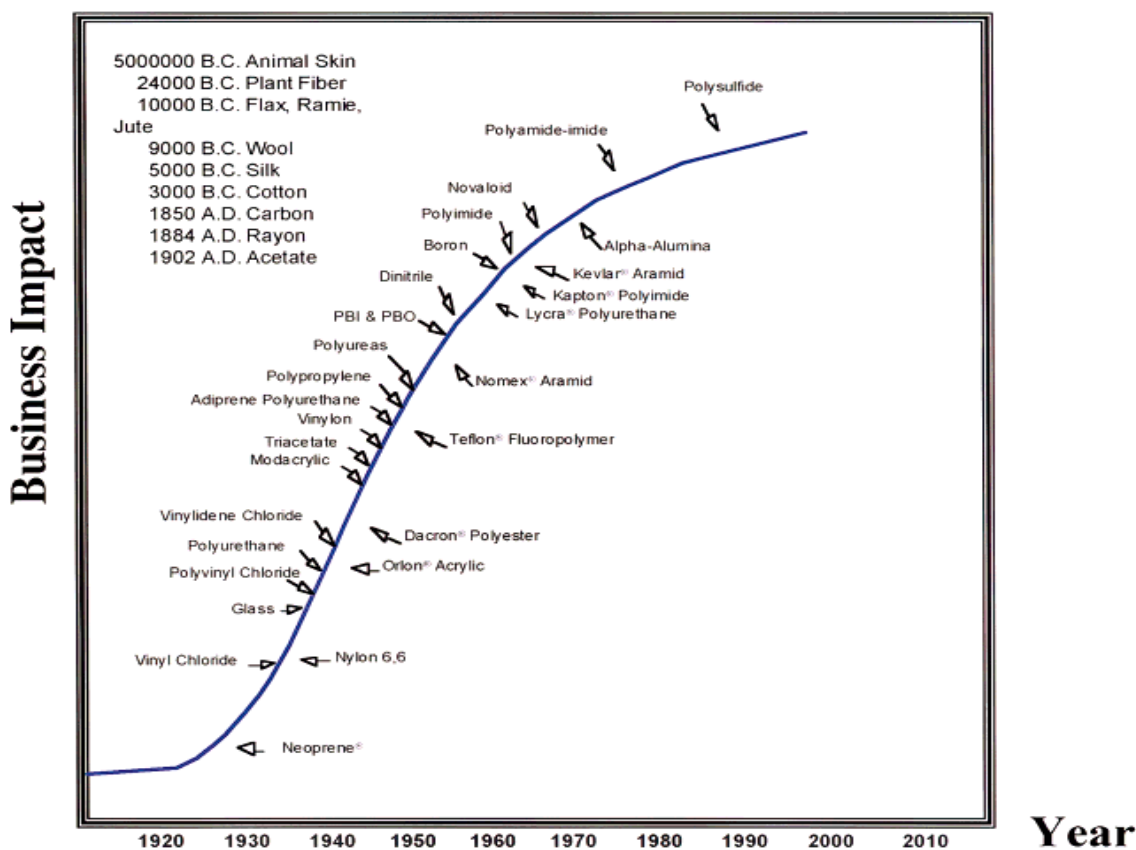
واژه های کلیدی: زیست توده، پلیمر طبیعی، فراورش، تبدیل شیمیایی، تبدیل آنزیمی و

زیستی، بیو مونومر

مقدمه: تهدید امنیت اقتصادی و سلامتی

منابع تجدیدنپذیر فسیلی (نفت، گاز و زغال سنگ) که تقریباً به اوج بهره برداری رسیده اند، به سرعت رو به زوال اند و تا حدود پایان قرن حاضر (زودتر از همه نفت خام تا حدود ۷۰ سال دیگر) به اتمام می رسند [۱]. بدین ترتیب، زنگ خطر و تهدید امنیت انرژی و امنیت اقتصادی کشورها، به صدا در آمده و توسط کشور های پیشرفته صنعتی شنیده شده است.

مثلاً در قلمرو پلیمرها، سال هاست که آهنگ رشد پلیمرهای مبتنی بر منابع فسیلی، رو به کاهش گذاشته است (شکل ۱) [۲]. این در حالی است که جمعیت دنیا و به ویژه تقاضای بازار فرآورده های پلیمری رو به فزونی بوده است. روشن است که این فاصله فزاینده بین عرضه و تقاضای پلیمرها، عمدتاً توسط مواد پلیمری با منشأ تماماً یا جزئاً زیستی، توسط پیشتازان عرصه علوم و فناوری در حال پر شدن است.



شکل ۱- آهنگ رشد پلیمرهای مبتنی بر نفت (تأثیر آنها بر بازار جهانی)، رو به کاهش است [۲].

از سوی دیگر، زنگ خطر فجایع زیست محیطی و بحران بیماری های ناشی از آلاینده های ناشی از استفاده بی رویه از منابع فسیلی، پیشتر با طنین بلندتری به صدا در آمده بود. این صدای هشدار نیز بیشتر توسط همان پیشروان علوم و فناوری شنیده شده و بیش از دو دهه است که دست به کار شده اند (عمدتاً با حمایت های مالی دولت ها و شرکت های عظیم نفتی). مثلاً در دهه گذشته، آمریکا حدود ۱۴۰ زیست

پالایشگاه (biorefinery) عمدتاً برای تولید بیواتانول به عنوان سوخت ترابری داشته و از این لحاظ برزیل را که پیشگام جایگزینی سوخت فسیلی با سوخت زیستی بود، پشت سر گذاشته است.

۱- جامع ترین جایگزین برای منابع فسیلی

رویکرد اصلی برای زندگی بدون منابع فسیلی، تلاش برای بهره مندی از طلای سبز به جای طلای سیاه است؛ یعنی بهره برداری از منابع عظیم بی زوال و تجدیدپذیر زیست توده. البته هر کدام از سایر منابع جایگزین مانند سلول های خورشیدی، برقابی، زمین گرمایی، بادی، هسته ای، و غیره، نیز به جای خود مفیدند و مزایای خود را دارند، اما از آنها فقط انرژی به دست می آید نه مواد. تنها منبعی که می تواند همسنگ واقعی منابع فسیلی و جایگزین تمام عیار برای آنها و حتی برتر از آنها باشد، زیست توده است (جدول ۱)، زیرا هم انرژی و هم گستره وسیعی از مواد (از مواد غذایی استراتژیک یعنی غذای انسان و خوراک دام گرفته، تا فراورده های شیمیایی بسیار متنوع، از جمله مونومر ها و پلیمرها) را به دست می دهد [۳].

جدول ۱- مقایسه اجمالی منابع تجدیدپذیر و پایدار به عنوان جایگزین های منابع فسیلی.

اجزای استحصالی		منابع جایگزین
ماده	انرژی	
	+	نور خورشید از طریق سلول های خورشیدی (photovoltaic cells; solar panels)
	+	برقابی (hydroelectric)
	+	زمین گرمایی (geothermal)
	+	بادی
	+	جذر و مد، امواج آب
	+	هسته ای
	+	هیدروژن و پیل سوختی
+	+	زیست توده

۲- زیست توده و تبدیل آن

زیست توده (biomass) منبع تجدیدپذیر مواد زیستی است و می توان آن را مجموعه مواد آلی زنده و غیر زنده (بجز نفت، گاز و زغال سنگ)، یا مجموعه مواد آلی تجدیدپذیر در زمین دانست. این مجموعه شامل تمامی موجودات زنده خشکی و دریا و بقایای آنها است. قسمت اعظم زیست توده را پلیمرهای طبیعی تشکیل می دهند و تخمین زده می شود که سالانه ۴۰۰ هزار میلیون تن زیست توده در زمین تولید می شود. انرژی ذخیره شده فقط در بخش خشکی زیست توده، بالغ بر ۲۵۰۰۰ اِگزا ژول (25000×10^{18} ژول) می شود و این در حالی است که کل آشکال انرژی مصرفی بشر، تنها حدود ۴۰۰ اِگزا ژول در سال است [۳].

در جدول ۲ مواد ورودی (زیست توده)، فرایندهای تبدیل، و محصولات حاصل از تبدیل زیست توده داده شده است. جایگاه چنین فرایندهای تبدیلی را در اصطلاح کلی، زیست پالایشگاه نامیده اند.

جدول ۲- منابع خام زیست توده، به وسیله فرایندهای تبدیل در زیست پالایشگاه، به گستره وسیعی از فرآورده های پُر ارزش متنوع تبدیل می شوند.

منابع خام اولیه (زیست توده)	فرایندهای تبدیل	فرآورده های نهایی
<ul style="list-style-type: none"> - ضایعات و پسماندهای غلات کشاورزی - ضایعات و زائدات چوبی و زراعی - پسماندهای صنایع تبدیلی کشاورزی و دامپروری - پسماندها و محصولات جنبی صنایع چوب و کاغذ - ضایعات حیوانی - زباله های جامد شهری - جلبک ها - چربی ها و روغن ها ... 	<ul style="list-style-type: none"> - تخمیر آنزیمی - هیدرولیز - اسیدی/آنزیمی - گازی کردن - انفجار با بخار - پیرولیز - Co-firing - تبادل استری ... 	<ul style="list-style-type: none"> - سوخت ها: بيو اتانول، بيو ديزل، ... - انرژی: برق، گرما - مواد شیمیایی: مونومر ها و پلیمر ها، رزین ها، حلال ها (مانند فورفورال، اسیتک اسید، ...) - ترکیبات شیمیایی واسطه، ترکیبات فنولی، چسب ها، اسیدهای چرب، دوده، رنگ ها و رنگدانه ها و پوشش ها، مرکب چاپ، شوینده ها، سیالات روانکاری و هیدرولیک، ... - مواد غذایی (آرد، شکر، روغن، ...) - خوراک دام ...

۳- در ایران؟

با توجه به مقدمه فوق الذکر، در ایران:

- اولاً به رغم برخی اقدامات ضعیف و پراکنده، متأسفانه به این موضوع توجه جدی نشده و جای خالی و خلاء وجود سازمان یا مرکزی که به طور متمرکز بر روی علوم و فناوری های تبدیل زیست توده پژوهش نماید، در بین دانشگاه ها و پژوهشگاه های کشور کاملاً محسوس است،
 - ثانیاً قسمت اعظم زیست توده، مواد پلیمری مانند لیگنوسلولوزهاست،
 - ثالثاً بسیاری از محصولات هدف نیز، مونومر و پلیمر (با منشأ زیستی) هستند،
 - رابعاً هم تخریب پلیمر و هم تشکیل پلیمر، مباحث مهم در قلمرو علوم و مهندسی پلیمر ها می باشند،
- لذا پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، به عنوان مجموعه ای آکادمیک که نخستین و بالاترین رسالت و پتانسیل را برای پیشگام شدن جهت آغاز و استمرار هدفمند و منسجم برای فناوری های تبدیل زیست توده در کشور را داراست، اخیراً هسته پژوهشی زیر را تشکیل داده است:

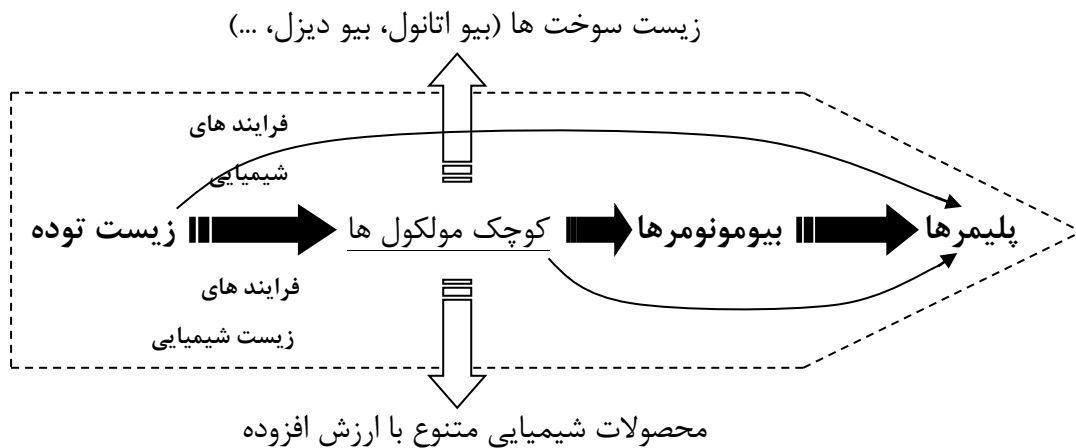
هسته پژوهشی «علوم و فناوری تبدیل زیست توده»

(Research Division for Biomass Conversion Science and Technology, BCST)

فعالاً این هسته به طور محدود، بر پلتفرم های مقتضی و واقع بینانه در راستای تولید مونومر ها و پلیمر های زیست پایه (Bioresource-based Monomers and Polymers) متمرکز شده است (شکل ۲). مثلاً تبدیل گلیسرول می تواند یکی از پلتفرم های برگزیده باشد که مشتقات متعددی (مانند اپی کلروهیدرین، اکریلیک اسید، و غیره) می تواند از آن حاصل گردد [۴]. این کوچک مولکول، محصول فرعی فرایند تولید فزاینده بیودیزل از روغن ها (تری گلیسرید ها) است و قیمت جهانی آن به شدت رو به کاهش است.

افزون بر حوزه تولید مونومر ها و پلیمر های با منشأ زیستی، در نظر است در ادامه و در گستره قلمرو کلی این هسته پژوهشی، حوزه های فراورش مواد زیست توده، زمینه ها و فرایندهای بیشتری را در بر گیرد، از جمله:

- فرایندهای کاتالیزی و گرمایشیمیایی (Catalytic and Thermochemical Processes)
- فرایندهای آنزیمی و زیستی (Enzymatic and Bio-processes)
- زیست انرژی یا زیست سوخت ها (Bioenergy/Biofuels)



شکل ۲- نقشه راه کلی مقدماتی (مسیر مستقیم از چپ به راست) ترسیم شده برای فعالیت هسته پژوهشی «علوم و فناوری تبدیل زیست توده». این مسیر شامل پلتفرم های متعددی برای تولید مونومرها و پلیمرهای زیست پایه است.

برنامه مقدماتی این هسته پژوهشی

با توجه به و حسن نظر و تأیید و تأکید ریاست پژوهشگاه، و نظر به فعالیت هایی که تا کنون، صرفاً بنا بر علائق شخصی بعضی پژوهشگران در چند سال اخیر در این پژوهشگاه در ارتباط با حوزه تبدیل ترکیبات زیست توده به مونومرها، پلیمرها و رزین های زیست پایه انجام شده است، رؤس برنامه مقدماتی ۲-۳ ساله این هسته پژوهشی به شرح زیر ترسیم شده است:

۵-۱- داده کاوی و شبکه سازی

- گردآوری، ایجاد بانک داده ها و اشتراک مقالات، پایان نامه ها و هر گونه گزارش حاوی آمار و اطلاعات پژوهشی، صنعتی یا تجاری که در ایران در حوزه های مرتبط بررسی و ارائه شده است
- جست و جو و برقراری ارتباط با متخصصان دانشگاهی و صنعتی مربوط
- شرکت در سمینارها و بازدید از نمایشگاه های مرتبط برای آشنایی و ایجاد ارتباط با سازمان ها و شرکت های مرتبط

- برقراری ارتباط با شرکت های خصوصی و سازمان های دولتی مرتبط (وزارت علوم، دانشگاه ها و موسسه های پژوهشی، وزارت نفت، وزارت کشاورزی، وزارت صنایع، سازمان حفاظت محیط زیست، شهرداری ها و ...) برای جلب نظر و کسب حمایت های مالی و اعتباری

۵-۲- فعالیت های ترویجی

- برگزاری سمینار علمی-پژوهشی-ترویجی یک روزه در سال دوم یا سوم، با هدف شناسایی محققان و فعالان حوزه های مرتبط، برای جلب توجه و ایجاد ارتباط مؤثر با آنها و گشایش باب همکاری و نیز جلب حمایت های مالی و اعتباری

۵-۳- رهیافت های اجرایی

- حداکثر بهره مندی از امکانات موجود در داخل پژوهشگاه (به جای ایجاد امکانات و ساختارهای جدید) اعم از همکاران قدیمی و جدید و نیز فضاها و امکانات بلا استفاده یا کم استفاده در جهت انجام فعالیت های این هسته پژوهشی
- نگارش و چاپ مقالات مروری-ترویجی مرتبط در خبر نامه ها و نشریات داخلی.
- جهت دهی بخشی از فعالیت های پژوهشی همکاران هسته با تخصیص بخشی از پروژه های دانشجویی به انجام پژوهش های بنیادی-کاربردی در راستای تعمیق دانش و تجربه در زمینه های مربوط
- هدایت دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری به سمت ایجاد شرکت های دانش بنیان و کار آفرینی در زمینه های مرتبط
- ثبت اختراع و نگارش مقالات علمی-پژوهشی، علمی-ترویجی حاصل از پروژه های دانشجویی
- تعریف و انجام پروژه های فناور در پژوهشگاه در زمینه های مرتبط و ثبت اختراع حاصل از آنها

امید است چنین اقدامات زیر بنایی، مورد حمایت های اُسلوبمند و مستمر واقع شود تا منشاء آثار خیر (مانند تولید علم مفید، متخصصان ورزیده، ثروت و تولید اشتغال سالم پایدار) گردد و پشتیبانی، کفایت و قوام علمی و فنی لازم برای بنا نهادن زیرساخت های تأسیس زیست پالایشگاه های آینده کشور را در چارچوب برنامه های بلند مدت و منسجم جهت توسعه پایدار کشور تأمین نماید.

در این راستا، دریافت انتقادها، پیشنهادهای و هر گونه حمایت و رهنمود علاقه مندان و صاحب نظران، از سوی مؤلفان این مقاله مورد کمال امتنان خواهد بود.

۶- مراجع

1. Retrieved from <http://www.smartplanet.com/blog/energy-futurist/our-energy-future-golden-age-or-stone-age/143?tag=search-river>.
2. Meredith P.L., Life sciences and materials: A successful marriage is possible, *Journal of Polymer Science, Part A- Polymer Chemistry Edition*, 2000, 38, 667-678.
۳. ظهوریان مهر، م. ج.، کتاب جامع پلیمرهای طبیعی، انتشارات پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران، ۱۳۹۳، فصل های ۱، ۶، ۱۲ و ۱۶.
۴. حاجی قاسم ع.، کبیری، ک.، ظهوریان مهر، م. ج.، گلیسرول به عنوان یک ماده خام پُرکاربرد، بسپارش، سال سوم، شماره ۱، ۱۳۹۲، صص ۱۲-۲۶.